

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 61-167715

(43)Date of publication of application : 29.07.1986

(51)Int.Cl.

F16C 19/02

F16C 33/32

F16C 33/66

(21)Application number : 60-011443

(71)Applicant : NTN TOYO BEARING CO LTD

(22)Date of filing : 21.01.1985

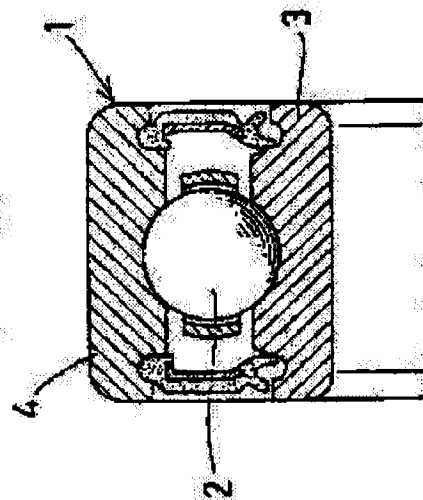
(72)Inventor : TSUSHIMA MASAYUKI
MORIYASU SUMIJI

(54) ROLLING CONSTRUCTION OF STEEL BALL

(57)Abstract:

PURPOSE: To prevent the generation of exfoliation of a surface layer from a steel ball and increase its life, by forming surface roughness of the steel ball, which rolls by grease lubrication, approaching the surface roughness of a corresponding rolling surface.

CONSTITUTION: A ball bearing 1 provides on a rolling surface of its inner ring 3 and outer ring 4 a steel ball 2 rolled being lubricated by grease. And surface roughness of the steel ball 2 is formed approaching the surface roughness of a corresponding rolling surface. In this way, the ball bearing, in which an oil film layer provided between a surface of the steel ball 2 and a contact surface of the inner and outer ring 3, 4 can be surely formed improving lubrication between the steel ball 2 and the inner and outer ring 3, 4 and suppressing a temperature rise of the steel ball 2, eliminates the generation of exfoliation of a surface layer enabling a life of the steel ball 2 to be increased.



⑫ 公開特許公報(A)

昭61-167715

⑮ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑯ 公開 昭和61年(1986)7月29日

F 16 C 19/02
33/32
33/667127-3J
8012-3J
Z-8012-3J

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑰ 発明の名称 鋼球転動構造

⑱ 特 願 昭60-11443

⑲ 出 願 昭60(1985)1月21日

⑳ 発 明 者 対 馬 全 之 桑名市川岸町414

㉑ 発 明 者 守 安 澄 治 静岡県磐田郡豊田町下本郷231-7

㉒ 出 願 人 エヌ・テー・エヌ東洋 大阪市西区京町堀1丁目3番17号

ベアリング株式会社

㉓ 代 理 人 弁理士 鎌田 文二

明 細 書

1. 発明の名称

鋼球転動構造

2. 特許請求の範囲

転動面とそれにグリース潤滑されて転動する鋼球より成り、鋼球の表面粗さを相手転動面の表面粗さに近づけたことを特徴とする鋼球転動構造。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明は、鋼球転動構造、特にグリース潤滑の条件下において鋼球が長寿命を示すようにした転動構造に関するものである。

〔従来の技術〕

鋼球を用いた軸受やボールジョイントが使用される条件は、近年多岐にわたり、例えば高温化、高負荷化、高速化などそれぞれにおいて増々厳しくなっている。

そのような状況において、例えば滑り発熱など、軸受やジョイントの内部要因による温度上昇、雰囲気など外部要因による温度上昇などにより、軸

受やジョイントの温度が上昇するが、特にグリース潤滑においては、グリースにより鋼球の放熱を閉じ込めるので、鋼球は内外輪に比べて熱の放散が少なく、温度上昇が大きい。

上記のように、高速回転時において、鋼球の温度上昇が大きいと、内外輪に比べて鋼球の表面層に剥離が生じやすくなり、軸受やジョイントの寿命を短かくする。

表1は、第1図で示したグリース潤滑による玉軸受1の寿命試験結果の1例を示しており、試験中に軸受回りを風冷しない場合、試片61の如く軸受温度は100℃に上昇し、鋼球2の表面層に剥離が生じた。

これに対して、風冷を行なった試片62～64においては、軸受温度が約70℃前後であり、鋼球2の短時間剥離がおさえられ軸受寿命が増大した。

試験後の内輪転動面及び鋼球2の表面のX線半価幅を測定すれば、風冷したものに比べ、風冷しないものは内輪3に比べて鋼球2の半価幅が低下

している。

このX線半価幅は転動面表面の温度上昇に応じて低下すると考えられ、鋼球2の半価幅低下が大きいことは、鋼球2の温度上昇が大きいことを意味する。

表1 アンギュラー玉軸受寿命試験結果

No	寿命(h)	軸受温度	剥離部位	X線半価幅	
				内輪	鋼球
1	8	100℃	鋼球	5.6°	5.4°
2*	38	72°	鋼球	6.0°	5.7°
3*	31	74°	内輪	5.6°	5.8°
4*	322	68°	未剥離	6.3°	6.0°

*軸受回りの風冷あり

次に、表2は同様にグリース潤滑のボールジョイントの耐久試験結果であるが、試片No1～3のジョイントの場合、内外輪に対して鋼球の表面層が剥離しやすくなっている。

この試験条件は、低負荷高速という特殊な使用条件であるが、従来の試験に比べてジョイント全体の温度上昇が大きい。鋼球の表面半価幅測定結

推定される。

表3 油潤滑下での玉軸受の寿命試験

No	寿命(h)	剥離部位	半 価 幅	
			内 輪	鋼 球
1	3084	未剥離	5.7°	5.9°
2	3470	未剥離	5.3°	5.8°

上記のように、グリース潤滑では内外輪に比べて鋼球の温度が上昇しやすいといえ、その温度上昇の差はわずかであるが、鋼球の寿命に対しては大きな影響がある。

なお、この温度上昇の差はわずかであるため、従来の硬さ測定やミクロ組織観察からは捕えることはできず、X線による半価幅測定で初めて明らかにできるものである。

前記したように、グリース潤滑による玉軸受や等速ボールジョイントにおいて、鋼球の短寿命は、温度上昇が大きく関与しており、鋼球の長寿命化を図ろうとする場合、潤滑条件を改良し、鋼球の温度上昇を抑えることによって対応できると考えられる。

果を同表に示したが、従来品である試片No1の場合、明らかに鋼球の半価幅低下が大きくなっている。

表2 ボールジョイント耐久試験結果

No	寿命(h)	剥離部位	鋼球半価幅	鋼球表面粗さ*
1	85	鋼球	5.0°	0.005 μm
2	85	鋼球	5.4°	0.01 "
3	85	鋼球	6.0°	0.05 "
4**	254	未剥離	6.3°	0.1 "
5**	169	内輪	—	0.1 "

**本発明に相当

*Ra単位

また、通常行なわれている油潤滑による玉軸受の寿命試験では、鋼球の表面層が剥離する確率は内外輪剥離の確率に対して $\frac{1}{3}$ 以下であり、鋼球の寿命はほとんど問題とならない。この場合表3に示した如く、半価幅測定結果からも油潤滑の場合には、内輪に比べて鋼球の温度上昇が少ないといえる。すなわち、油潤滑では転動体の熱の放散がグリース潤滑と比較して大きいことが

一般に潤滑状態は、接触する両物体の表面粗さ σ_1, σ_2 と油膜厚さ h_0 によつて決定されるものであり、油膜パラメータで整理できると考えられる。油膜パラメータ $I = h_0 / \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} \dots\dots (1)$ と寿命との間には、第4図の如き関係がある。

すなわち、 I が3以上ならば潤滑は理想的な状態であり、寿命はそれ以上大きく増加しない。また I が2以下ならば寿命は I の値によつて大きく変り得る。

しかし、予め潤滑条件が良好と予想されても試験中の油膜厚さの測定が不可能なことや、両物体の接触点の温度を正確に評価できないことなどのために、実際に即した I の計算ができないところに問題があり、鋼球からの熱の放散が少ない条件となるグリース潤滑では、接触点において予想外の発熱があり、油膜厚さの減少により、予期以上の寿命低下が発生するものと考えられる。

また、鋼球は、温度上昇により硬度が低下し、この硬度低下も短寿命の原因となる。なお、ここでいう硬度低下とは、試験中の硬度であり、試験

完了後の鋼球温度が室温となつた時点では硬度低下はない。

このような温度上昇は、例えば半価幅を測定すればわかるように、鋼球の極く表面層(10 μ m)以内においてのみであり、潤滑性能を改善し、温度上昇を抑えることによつて対策が可能となる。

〔発明が解決しようとする問題点〕

ところで、互に転動接触する両物体の寿命は、通常、相互の表面粗さが共に小さいとき最も長く、両物体の表面粗さに差がある場合、表面粗さの小さい物体の方が短寿命になるといわれている。

そのため、従来、転動接触する両物体の潤滑性を改善し、長寿命化を図るため、内外輪の転動面粗さを、表面粗さの小さい鋼球に近づけるようにしていた。

即ち、鋼球は、加工技術上、その表面粗さの小さいものが製作でき、このため、内外輪の転動面を鋼球の表面粗さに近づけていた。

しかしながら、内外輪の転走面粗さを小さくし、鋼球の表面粗さに近づけることは、加工コストが

著しく高くなる。

また、前記の如く、特に高速回転の場合、グリース潤滑により、鋼球の熱の放散が少ない玉軸受やボールジョイントにおいては、鋼球に温度上昇が発生し、現状の内外輪転動面の表面粗さでは鋼球の寿命が短くなるという問題がある。

この発明は、上記のような問題を解決するためになされたものであり、転動面の潤滑性を改善して鋼球の温度上昇を抑え、グリース潤滑される玉軸受や等速ボールジョイントの長寿命化を図ることができる鋼球転動構造を提供するのが目的である。

〔問題点を解決するための手段〕

上記のような問題点を解決するため、この発明は、転動面とそれにグリース潤滑されて転動する鋼球より成り、鋼球の表面粗さを相手転動面の表面粗さに近づけたものである。

〔作用〕

鋼球は内外輪の転動面間に介在し、グリース潤滑される。

σ_1 = 鋼球の表面粗さ μ m

σ_2 = 内外輪の転動面粗さ μ m

通状鋼球の表面粗さ σ_1 は 0.005 μ mRa であり、内外輪の具体的な転動面粗さは、

一般軸受： $\sigma_2 \approx 0.05 \mu$ mRa (0.2 μ mRmax)

超大型玉軸受： $\sigma_2 \approx 0.75 \mu$ mRa (3 μ mRmax)

等速ボールジョイント： $Ra \approx 0.75$ (3 μ mRmax)

ここで、Ra は中心線平均粗さ、Rmax は最大高さである。

図2は式(1)中の $\frac{1}{\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}}$ において、 σ_2 をそれぞれ一定とした場合の σ_1 の変化による $\frac{1}{\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}}$ の変化を示したものであるが、 σ_1 が大きくなるほど $\frac{1}{\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}}$ が低下し、従つてみかけ上式(1)の油膜パラメータが低下することが明らかであり、潤滑状態に対して不利であることが予想されるが、 σ_2 が大きいほど σ_1 の増大による $\frac{1}{\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}}$ の低下はゆるやかである。また σ_1 が σ_2 と等しくなるまで増大した時の $\frac{1}{\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_1^2}}$ の低下は σ_2 の値によらず一定で $\sigma_1 = 0$ の時の70%程度までである。

図3は σ_2 をそれぞれ一定として σ_1 を変化させた

鋼球はその表面粗さが内外輪の転動面表面粗さに近づくように粗面化されているのが、この粗面化が鋼球の表面と内外輪の転動面の保油効果として働き、転動面間に油膜を形成して潤滑性を向上させ、鋼球の温度上昇を抑えてその長寿命化を図るものである。

〔実施例〕

以下、この発明の実施例を添付図面に基づいて説明する。

この発明の鋼球は、第1図に示した玉軸受や等速ボールジョイントに使用され、内外輪3、4間に封入したグリースによつて潤滑される。

上記鋼球の表面粗さは、内外輪の転動面粗さに近づけられ、従来の常識を越えた状態まで粗面化されている。

鋼球の具体的な表面粗さは、内外輪の条件、即ち、玉軸受と等速ボールジョイントの場合において異なるが、実験の結果より、何れの場合も、下限値は以下の如く設定される。

$$0.05 \mu\text{mRa} < \sigma_1 < \sigma_2$$

時の転動試験後の σ_1 の表面粗さをもつ物体の半価幅低下を示しているが、実験範囲内では $\sigma_1=0.4\mu\text{m}$ まで σ_1 の増大に伴って半価幅低下が減少することがわかる。この現象は表面粗さの増大に伴って接触表面上の潤滑油の保持が増す結果と考えられる。図2からは σ_1 の増大によつて油膜パラメータ λ が減少することが予想されるが、この表面粗さ増大による潤滑油の保油効果により油膜厚さ h_0 （式(1)参照）が増大し、結果的に λ を増大させていることが推定される。前記の如く σ_1 を σ_2 と同等まで増大させた時の $\frac{1}{\sqrt{\sigma_1^2+\sigma_2^2}}$ の減少は70%までであり、油膜厚さ h_0 が $\frac{1}{0.7}=1.428$ 倍以上に増大すれば結果的に油膜パラメータは増大する。図2からわかるように相手転動面の表面粗さ σ_2 の大きい場合ほど、 σ_1 を増大させることによる $\frac{1}{\sqrt{\sigma_1^2+\sigma_2^2}}$ の低下は小さいので、 σ_1 増大による潤滑油保持効果の油膜パラメータへの影響が大きいと考えられる。すなわち本発明は相手転動面の粗さが大きい程効果的であるといえる。

勿論潤滑油の種類、潤滑油量、回転速度等の試

以上のように、この発明によると、転動面とそれにグリース潤滑されて転動する鋼球より成り、鋼球の表面粗さを相手転動面の表面粗さに近づけたので、鋼球の表面と内外輪の接触面間における油膜層を確実に形成することができ、鋼球と内外輪間の潤滑性を改善し、鋼球の温度上昇を抑えることにより表面層の剝離発生をなくし、鋼球の長寿命化を実現することができる。

また、鋼球の温度上昇による硬度低下も防げるので、この面からも鋼球の長寿命化が可能になり、しかも鋼球の寿命を内外輪の寿命と等しくできるので、玉軸受や等速ボールジョイントの長寿命化に寄与することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は玉軸受の断面図、第2図は、鋼球の表面粗さと油膜パラメータに関する係数の変化、第3図は表面粗さと試験後の転動面の半価幅の関係を示すグラフ、第4図は油膜パラメータと寿命の関係を示すグラフである。

1は玉軸受、2は鋼球、3は内輪、4は外輪。

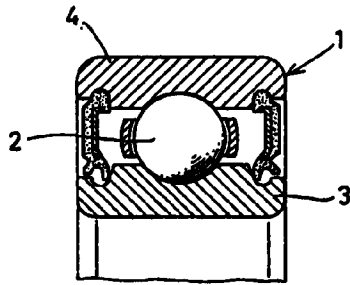
験条件によつて図3の σ_1 の変化による半価幅低下の絶対値は変化することが予想されるが、挙動としてはほぼ同様な傾向を示すと考えられる。軸受が本来の寿命実力値を示すための理想潤滑条件（図4における $\lambda>3$ の場合）の下では一定時間試験後の転走面半価幅低下が0.3以内であることが考えられており、この基準に従えば図3から σ_1 の値として $0.2\mu\text{mRmax}(0.05\mu\text{mRa})$ 以上が必要となる。

この発明の鋼球転動構造は上記のような構成であり、等速ボールジョイントにおいて、内外輪間に組入れた鋼球の表面粗さを、内外輪の転動面粗さに近づけ、このジョイントを表2の場合と同一条件で試験した。

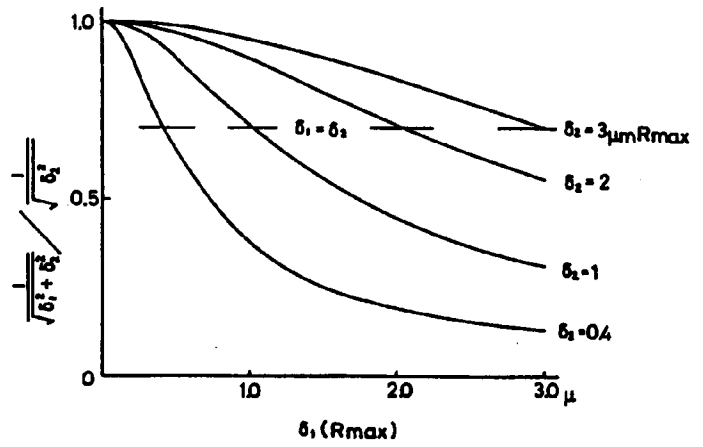
表2において、試片No.4と5がそれぞれあり、鋼球の寿命は著しく増大した。また、鋼球表面の半価幅測定結果も同表に示しているが、鋼球の表面粗さが大きいほど半価幅は小さくなり、明らかに潤滑状態が改善されることがわかる。

〔効果〕

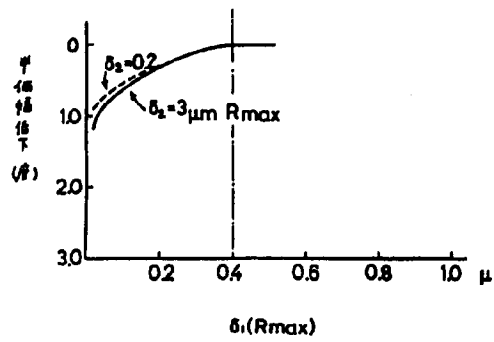
第1図



第2図



第3図



第4図

